

10501925

DT04 Rec'd PCT/PTO 28 JUL 2004

DOCKET NO.: 255898US0PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Jann SCHMIDT et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/EP03/04719

INTERNATIONAL FILING DATE: May 6, 2003

FOR: IMPROVED LIGHT-GUIDING BODIES AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Germany	102 22 250.9	16 May 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/EP03/04719. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Norman F. Oblon
Attorney of Record
Registration No. 24,618
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

06. 05. 2003



RECEIVED	
21 AUG 2003	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 22 250.9

Anmeldetag: 16. Mai 2002

Anmelder/Inhaber: Röhm GmbH & Co KG, Darmstadt/DE

Bezeichnung: Verbesserte Lichtleitkörper sowie Verfahren zu dessen Herstellung

IPC: G 02 B 1/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. September 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

lerofsky

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Verbesserte Lichtleitkörper sowie Verfahren zu dessen Herstellung

Die vorliegende Erfindung betrifft Lichtleitkörper, die mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche sowie mindestens eine lichtleitende Schicht aufweisen, wobei das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4 beträgt.

Derartige Lichtleitkörper sind an sich bekannt. So kann eine transparente Platte mit Einkerbungen versehen werden, an denen Licht normal zu Ausbreitungsrichtung ausgekoppelt wird. Derartige Lichtleitkörper sind Gegenstand von EP 800 036. Bei einer gleichmäßigen Verteilung der Einkerbungen zeigen die Lichtleitkörper jedoch eine Abnahme der Leuchtdichte mit dem Abstand zum Leuchtmittel. Als Lösung für dieses Problem werden auf den Lichtleitkörpern ungleichmäßige Oberflächenstrukturen aufgebracht werden, wobei die Dichte der Einkerbungen mit dem Abstand zum Leuchtmittel zunimmt. Allerdings wird dieser Effekt durch mit der Zeit auftretende statistische Beschädigungen der Oberfläche beeinträchtigt. Des weiteren ist die Leuchtdichte großer Platten relativ gering.

Des weiteren sind aus EP 656 548 Lichtleitkörper bekannt, die Polymerpartikel als Streukörper verwenden. Problematisch an diesen Platten ist deren ungleichmäßige Verteilung der Leuchtdichte.

Darüber hinaus sind aus EP 1022129 Lichtleitkörper bekannt, die eine Partikel freie lichtleitende Schicht aus Polymethylmethacrylat aufweisen, auf die eine diffus ausgestattete Schicht aufgebracht ist. Die diffus ausgestattete Schicht, die eine Dicke im Bereich von 10 bis 1500 μm aufweist, umfaßt Bariumsulfat-Partikel. Gemäß diesem Prinzip wird das Licht über die PMMA-Schicht geleitet, wobei die Auskopplung durch die diffuse Schicht erfolgt. Allerdings kann die Lichtauskopplung kaum gesteuert werden, da nur das Licht normal zur Ausbreitungsrichtung gestreut wird, das die Grenzschicht zur diffus ausgestatteten Schicht durchdrungen hat. Es handelt sich hierbei dementsprechend nicht um eine Störung innerhalb der lichtleitenden Schicht, sondern um eine diffuse Rückreflexion. Darüber hinaus ist die Abnahme der Leuchtintensität sehr groß, wie dies die Beispiele belegen.

Hieraus ergibt sich eine geringe Leuchtdichte bei großer Entfernung zur Lichtquelle, die für viele Anwendungen nicht ausreicht. Die geringe Helligkeit bei größerem Abstand von der Lichtquelle des Lichtleitkörpers gemäß EP 1022129 führt des weiteren zu einer hohen Empfindlichkeit gegenüber der Bildung von Kratzern auf der Austrittsfläche des Lichts. Derartige Kratzer können sowohl durch Bewitterung als auch durch mechanische Einwirkung entstehen. Problematisch ist hierbei, daß diese Kratzer das Licht streuen. Auf diesem Prinzip beruht die Lehre von EP 800 036. Diese Störstellen treten bei einer hohen Lichtauskopplung nicht besonders hervor. Bei den geringen Helligkeiten werden diese jedoch als störend empfunden.

In Anbetracht des hierin angegebenen und diskutierten Standes der Technik war es mithin Aufgabe der vorliegenden Erfindung Lichtleitkörper anzugeben, die eine besonders gleichmäßige Leuchtdichte aufweisen. Hierbei sollten die Lichtleitkörper eine auf die Bedürfnisse anpaßbare Lichtauskopplung ermöglichen.

Darüber hinaus sollte die Leuchtdichte über die gesamte Fläche der Lichtaustrittsfläche möglichst konstant sein, wobei diese Konstanz auch durch die statistische Bildung von Oberflächenkratzern erhalten bleiben sollte.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung bestand darin, daß die Lichtleitkörper eine hohe Haltbarkeit, insbesondere eine hohe Beständigkeit gegen UV-Bestrahlung oder Bewitterung aufweisen.

Des weiteren lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Lichtleitkörper zur Verfügung zu stellen, die besonders einfach hergestellt werden können. So sollten die Lichtleitkörper insbesondere durch Extrusion, Spritzguß sowie durch Gußverfahren erzeugt werden können.

Darüber hinaus war es mithin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Lichtleitkörper zu schaffen, die kostengünstig hergestellt werden können.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, Lichtleitkörper anzugeben, die hervorragende mechanische Eigenschaften zeigen. Diese Eigenschaft ist insbesondere für Anwendungen wichtig, bei denen der

Lichtleitkörper eine hohe Stabilität gegen Schlageinwirkung aufweisen soll.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung bestand darin, Lichtkörper bereitzustellen, die auf einfache Weise in Größe und Form den Anforderungen angepaßt werden können.

Gelöst werden diese Aufgaben sowie weitere, die zwar nicht wörtlich genannt werden, sich aber aus den hierin diskutierten Zusammenhängen wie selbstverständlich ableiten lassen oder sich aus diesen zwangsläufig ergeben, durch die in Anspruch 1 beschriebenen Lichtleitkörper. Zweckmäßige Abwandlungen der erfindungsgemäßen Lichtleitkörper werden in den auf Anspruch 1 rückbezogenen Unteransprüchen unter Schutz gestellt.

Hinsichtlich Verfahren zur Herstellung liefern die Ansprüche 16 und 17 eine Lösung der zugrunde liegenden Aufgabe.

Dadurch, daß die lichtleitende Schicht eines Lichtleitkörpers, mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat und 0,0001 bis 0,2 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,3 bis 40 μm umfaßt und die Lichtaustrittsfläche der lichtleitenden Schicht mit Strukturierungen versehen ist, wobei der Lichtleitkörper mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche aufweist, wobei das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4 beträgt, gelingt es

Lichtleitkörper zur Verfügung zu stellen, die eine besonders gleichmäßige Leuchtdichte aufweisen.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen werden u.a. insbesondere folgende Vorteile erzielt:

- Die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung lassen sich besonders einfach herstellen. So können die Lichtleitkörper durch Extrusion, Spritzguß sowie durch Gußverfahren hergestellt werden.
- Die Leuchtdichtenverteilung der vorliegenden Lichtleitkörper ist gegenüber der Bildung von Kratzern auf der Oberfläche relativ unempfindlich.
- Die erfindungsgemäßen Lichtleitkörper zeigen eine hohe Beständigkeit gegen UV-Bestrahlung.
- Des weiteren zeigen erfindungsgemäße Lichtleitkörper eine besonders gleichmäßige Verteilung der Leuchtdichte. Hierbei können verschieden große Lichtleitkörper hergestellt werden, ohne daß die Leuchtdichtenverteilung in besonderem Maß kritisch wäre.
- Darüber hinaus zeigen die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung ein besonders farbechtes Licht, so daß mit zunehmendem Abstand von der Lichtquelle kein Gelbeindruck entsteht.
- Die Helligkeit der Lichtleitkörper kann an die Bedürfnisse angepaßt werden. So können auch große Platten mit einer sehr hohen Leuchtdichte hergestellt werden.

- Die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung weisen gute mechanische Eigenschaften auf.

Die lichtleitende Schicht des Lichtleitkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung weist 0,0001 bis 0,2, vorzugsweise 0,0005 bis 0,08 und besonders bevorzugt 0,0008 bis 0,01 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel auf.

Der Begriff sphärisch bezeichnet im Rahmen der vorliegenden Erfindung, daß die Partikel vorzugsweise eine kugelförmige Gestalt aufweisen, wobei dem Fachmann offensichtlich ist, daß aufgrund der Herstellungsmethoden auch Partikel mit anderer Gestalt enthalten sein können, oder daß die Form der Partikel von der idealen Kugelgestalt abweichen kann.

Dementsprechend bedeutet der Begriff sphärisch, daß das Verhältnis von der größten Ausdehnung der Partikel zur geringsten Ausdehnung maximal 4, vorzugsweise maximal 2 beträgt, wobei diese Ausdehnungen jeweils durch den Schwerpunkt der Partikel gemessen werden. Vorzugsweise sind mindestens 70%, besonders bevorzugt mindestens 90%, bezogen auf die Zahl der Partikel, sphärisch.

Die Partikel haben einen mittleren Durchmesser (Gewichtsmittel) im Bereich von 0,3 bis 40 μm , vorzugsweise im Bereich von 0,7 bis 20 μm , insbesondere von 1,4 bis 10 μm . Günstigerweise liegen 75% der Partikel im Bereich von 0,3 bis 40 μm , insbesondere von 1,4 bis 10 μm . Die Ermittlung der Teilchengröße erfolgt mittels eines Röntgensedigraphen. Hierbei wird das Absetzverhalten der Kunststoffpartikel im Schwerfeld

mittels Röntgenstrahlen verfolgt. Anhand der Transparenz für Röntgenstrahlen wird auf die Teilchengröße geschlossen.

Die erfindungsgemäß verwendbaren Partikel sind nicht besonders beschränkt. Vorzugsweise werden diese Partikel aus Bariumsulfat und/oder Kunststoff hergestellt.

Bariumsulfat-Partikel, die die oben genannten Eigenschaften aufweisen sind an sich bekannt und kommerziell unter anderem von Sachtleben Chemie GmbH, D-47184 Duisburg erhältlich. Darüber hinaus sind diverse Methoden zur Herstellung bekannt. Bariumsulfatpartikel weisen bevorzugt eine Größe im Bereich von 0,7 bis 6 μm auf.

Darüber hinaus können auch Partikel eingesetzt werden, die aus Kunststoff hergestellt werden. Hierbei ist die Art des Kunststoffs aus dem die Partikel hergestellt werden unkritisch, wobei der Kunststoff mit dem Polymeren der Matrix unverträglich sein muß, so daß eine Phasengrenze entsteht, an der eine Brechung des Lichts statt findet.

Dementsprechend weist Brechungsindex der Kunststoffpartikel eine bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C gemessene Brechzahl n_0 auf, die um 0,01, vorzugsweise um 0,02 Einheiten über der Brechzahl n_0 des Matrixkunststoffs liegt.

Bevorzugte Kunststoffpartikel sind aufgebaut aus:

- b1) 0 bis 60 Gew.-Teilen eines Acryl- und/oder Methacrylsaureesters mit 1 bis 12 C-Atomen im

aliphatischen Esterrest, wobei beispielhaft genannt seien: Methyl(meth)acrylat, Ethyl(meth)acrylat, n-Propyl(meth)acrylat, i-Propyl(meth)acrylat, n-Butyl(meth)acrylat, i-Butyl(meth)acrylat, tert. Butyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat, 3,3,5-Trimethylcyclohexyl(meth)acrylat, 2-Ethylhexyl(meth)acrylat, Norbornyl(meth)acrylat oder Isobornyl(meth)acrylat;

- b2) 25 bis 99,9 Gew.-Teilen von Comonomeren, die aromatische Gruppen als Substituenten aufweisen und die mit den Monomeren b1) copolymerisierbar sind, wie beispielsweise Styrol, α -Methylstyrol, ringsubstituierte Styrole, Phenyl(meth)acrylat, Benzyl(meth)acrylat, 2-Phenylethyl(meth)acrylat, 3-Phenylpropyl(meth)-acrylat Oder Vinylbenzoat; sowie
- b3) 0,1 bis 15 Gew.-Teilen vernetzenden Comonomeren, die mindestens zwei ethylenisch ungesättigte, radikalisch mit b1) und b2) copolymerisierbare Gruppen aufweisen, wie beispielsweise Divinylbenzol, Glykoldi(meth)acrylat, 1,4-Butandiol-di(meth)acrylat, Allyl(meth)acrylat, Triallylcyanurat, Diallylphthalat, Diallylsuccinat, Pentaerythrittetra(meth)acrylat oder Trimethylolpropantri(meth)acrylat, wobei sich die Comonomeren b1), b2) und b3) zu 100 Gew.-Teilen ergänzen.

Besonders bevorzugt weisen Mischungen aus denen die Kunststoffpartikel hergestellt werden mindestens 80 Gew.-% Styrol und mindestens 0,5 Gew.-% Divinylbenzol auf.

Derartige Kunststoffpartikel weisen bevorzugt eine Größe im Bereich von 2 bis 20 μm , insbesondere von 4 bis 12 μm auf.

Die Herstellung von vernetzten Kunststoffpartikeln ist in der Fachwelt bekannt. So können die Streupartikel durch Emulsionspolymerisation hergestellt werden, wie beispielsweise in EP-A 342 283 oder EP-A 269 324 beschrieben, ganz besonders bevorzugt durch Polymerisation in organischer Phase, wie beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung P 43 27 464.1 beschrieben, wobei bei der letztgenannten Polymerisationstechnik besonders enge Teilchengrößenverteilungen oder anders ausgedrückt besonders geringe Abweichungen der Teilchendurchmesser vom mittleren Teilchendurchmesser auftreten.

Besonders bevorzugt werden Kunststoffpartikel eingesetzt, die eine Temperaturbeständigkeit von mindestens 200°C, insbesondere von mindestens 250°C aufweisen, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Hierbei bedeutet der Begriff Temperaturbeständig, daß die Teilchen im wesentlichen keinem wärmebedingten Abbau unterliegen. Ein wärmebedingter Abbau führt in unerwünschter Weise zu Verfärbungen, so daß das Kunststoffmaterial unbrauchbar wird.

Besonders bevorzugte Partikel sind unter anderem von Sekisui unter dem Handelsnamen ®Techpolymer SBX-8 und ®Techpolymer SBX-12 erhältlich.

Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegen diese Teilchen gleichmäßig verteilt in

der Kunststoffmatrix vor, ohne daß eine nennenswerte Aggregation oder Zusammenlagerung der Partikel auftritt. Gleichmäßig verteilt bedeutet, daß die Konzentration an Partikeln innerhalb der Kunststoffmatrix im wesentlichen konstant ist.

Erfindungsgemäß umfaßt die lichtleitende Schicht mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat.

Diese Polymere werden im allgemeinen durch radikalische Polymerisation von Mischungen erhalten, die Methylmethacrylat enthalten. Im allgemeinen enthalten diese Mischungen mindestens 40 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 60 Gew.-% und besonders bevorzugt mindestens 80 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Monomere, Methylmethacrylat.

Daneben können diese Mischungen weitere (Meth)acrylate enthalten, die mit Methylmethacrylat copolymerisierbar sind. Der Ausdruck (Meth)acrylate umfaßt Methacrylate und Acrylate sowie Mischungen aus beiden.

Diese Monomere sind weithin bekannt. Zu diesen gehören unter anderem

(Meth)acrylate, die sich von gesättigten Alkoholen ableiten, wie beispielsweise Methylacrylat, Ethyl(meth)acrylat, Propyl(meth)acrylat, n-Butyl(meth)acrylat, tert.-Butyl(meth)acrylat, Pentyl(meth)acrylat und 2-Ethylhexyl(meth)acrylat;

(Meth)acrylate, die sich von ungesättigten Alkoholen ableiten, wie z. B. Oleyl(meth)acrylat, 2-Propinyl(meth)acrylat, Allyl(meth)acrylat, Vinyl(meth)acrylat; Aryl(meth)acrylate, wie Benzyl(meth)acrylat oder

Phenyl(meth)acrylat, wobei die Arylreste jeweils unsubstituiert oder bis zu vierfach substituiert sein können;

Cycloalkyl(meth)acrylate, wie

3-Vinylcyclohexyl(meth)acrylat, Bornyl(meth)acrylat;

Hydroxylalkyl(meth)acrylate, wie

3-Hydroxypropyl(meth)acrylat,

3,4-Dihydroxybutyl(meth)acrylat,

2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat;

Glycoldi(meth)acrylate, wie 1,4-Butandiol(meth)acrylat,

(Meth)acrylate von Etheralkoholen, wie

Tetrahydrofurfuryl(meth)acrylat,

Vinyloxyethoxyethyl(meth)acrylat;

Amide und Nitrile der (Meth)acrylsäure, wie

N-(3-Dimethylaminopropyl)(meth)acrylamid,

N-(Diethylphosphono)(meth)acrylamid,

1-Methacryloylamido-2-methyl-2-propanol;

schwefelhaltige Methacrylate, wie

Ethylsulfinylethyl(meth)acrylat,

4-Thiocyanatobutyl(meth)acrylat,

Ethylsulfonylethyl(meth)acrylat,

Thiocyanatomethyl(meth)acrylat,

Methylsulfinylmethyl(meth)acrylat,

Bis((meth)acryloyloxyethyl)sulfid;

mehrwertige (Meth)acrylate, wie

Trimethyloxypropantri(meth)acrylat.

Neben den zuvor dargelegten (Meth)acrylaten können die zu polymerisierenden Zusammensetzungen auch weitere ungesättigte Monomere aufweisen, die mit Methylmethacrylat und den zuvor genannten (Meth)acrylaten copolymerisierbar sind.

Hierzu gehören unter anderem 1-Alkene, wie Hexen-1, Hepten-1; verzweigte Alkene, wie beispielsweise Vinylcyclohexan, 3,3-Dimethyl-1-propen, 3-Methyl-1-diisobutylen, 4-Methylpenten-1;

Acrylnitril; Vinylester, wie Vinylacetat; Styrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten in der Seitenkette, wie z. B. α -Methylstyrol und α -Ethylstyrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten am Ring, wie Vinyltoluol und p-Methylstyrol, halogenierte Styrole, wie beispielsweise Monochlorstyrole, Dichlorstyrole, Tribromstyrole und Tetrabromstyrole;

Heterocyclische Vinylverbindungen, wie 2-Vinylpyridin, 3-Vinylpyridin, 2-Methyl-5-vinylpyridin, 3-Ethyl-4-vinylpyridin, 2,3-Dimethyl-5-vinylpyridin, Vinylpyrimidin, Vinylpiperidin, 9-Vinylcarbazol, 3-Vinylcarbazol, 4-Vinylcarbazol, 1-Vinylimidazol, 2-Methyl-1-vinylimidazol, N-Vinylpyrrolidon, 2-Vinylpyrrolidon, N-Vinylpyrrolidin, 3-Vinylpyrrolidin, N-Vinylcaprolactam, N-Vinylbutyrolactam, Vinyloxolan, Vinylfuran, Vinylthiophen, Vinylthiolan, Vinylthiazole und hydrierte Vinylthiazole, Vinyloxazole und hydrierte Vinyloxazole;

Vinyl- und Isoprenylether;

Maleinsäurederivate, wie beispielsweise Maleinsäureanhydrid, Methylmaleinsäureanhydrid, Maleinimid, Methylmaleinimid; und Diene, wie beispielsweise Divinylbenzol.

Im allgemeinen werden diese Comonomere in einer Menge von 0 bis 60 Gew.-%, vorzugsweise 0 bis 40 Gew.-% und besonders bevorzugt 0 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das

Gewicht der Monomeren, eingesetzt, wobei die Verbindungen einzeln oder als Mischung verwendet werden können.

Die Polymerisation wird im allgemeinen mit bekannten Radikalinitiatoren gestartet. Zu den bevorzugten Initiatoren gehören unter anderem die in der Fachwelt weithin bekannten Azoinitiatoren, wie AIBN und 1,1-Azobiscyclohexancarbonitril, sowie Peroxyverbindungen, wie Methylethylketonperoxid, Acetylacetonperoxid, Dilaurylperoxyd, tert.-Butylper-2-ethylhexanoat, Ketonperoxid, Methylisobutylketonperoxid, Cyclohexanonperoxid, Dibenzoylperoxid, tert.-Butylperoxybenzoat, tert.-Butylperoxyisopropylcarbonat, 2,5-Bis(2-ethylhexanoyl-peroxy)-2,5-dimethylhexan, tert.-Butylperoxy-2-ethylhexanoat, tert.-Butylperoxy-3,5,5-trimethylhexanoat, Dicumylperoxid, 1,1-Bis(tert.-butylperoxy)cyclohexan, 1,1-Bis(tert.-butylperoxy)3,3,5-trimethylcyclohexan, Cumylhydroperoxid, tert.-Butylhydroperoxid, Bis(4-tert.-butylcyclohexyl)peroxydicarbonat, Mischungen von zwei oder mehr der vorgenannten Verbindungen miteinander sowie Mischungen der vorgenannten Verbindungen mit nicht genannten Verbindungen, die ebenfalls Radikale bilden können.

Diese Verbindungen werden häufig in einer Menge von 0,01 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise von 0,5 bis 3 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Monomeren, eingesetzt.

Hierbei können verschiedene Poly(meth)acrylate eingesetzt werden, die sich beispielsweise im Molekulargewicht oder in der Monomerzusammensetzung unterscheiden.

Des weiteren können die Formmassen weitere Polymere enthalten, um die Eigenschaften zu modifizieren. Hierzu gehören unter anderem Polyacrylnitrile, Polystyrole, Polyether, Polyester, Polycarbonate und Polyvinylchloride. Diese Polymere können einzeln oder als Mischung eingesetzt werden, wobei auch Copolymere, die von den zuvor genannten Polymere ableitbar sind, den Formmassen beigelegt werden können.

Derartig besonders bevorzugte Formmassen sind unter dem Handelsnamen PLEXIGLAS® von der Fa. Röhm GmbH & Co. KG kommerziell erhältlich.

Das Gewichtsmittel des Molekulargewichts M_w der erfindungsgemäß als Matrixpolymere zu verwendenden Homo- und/oder Copolymere kann in weiten Bereichen schwanken, wobei das Molekulargewicht üblicherweise auf den Anwendungszweck und die Verarbeitungsweise der Formmasse abgestimmt wird. Im allgemeinen liegt es aber im Bereich zwischen 20 000 und 1 000 000 g/mol, vorzugsweise 50 000 bis 500 000 g/mol und besonders bevorzugt 80 000 bis 300 000 g/mol, ohne daß hierdurch eine Einschränkung erfolgen soll.

Nach Zugabe der Partikel können aus diesen Formmassen lichtleitenden Schichten durch herkömmliche thermoplastische Formgebungsverfahren hergestellt werden. Hierzu gehören insbesondere die Extrusion sowie der Spritzguß.

Des weiteren können lichtleitende Schichten der vorliegenden Erfindung durch Gußverfahren hergestellt werden. Hierbei werden geeignete Acrylharzmischungen in einer Form gegeben und polymerisiert.

Ein geeignetes Acrylharz umfaßt beispielsweise

- A) 0,0001 - 0,2 Gew.-% sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,3 bis 40 μm ,
- B) 40 - 99,9999 Gew.-% Methylmethacrylat,
- C) 0 - 59,9999 Gew.-% Comonomere,
- D) 0 - 59,9999 Gew.-% in (B) oder (C) lösliche Polymere, wobei die Komponenten A) bis D) 100 Gew.-% ergeben.

Darüber hinaus weist das Acrylharz die zur Polymerisation notwendigen Initiatoren auf. Die Komponenten A bis D sowie die Initiatoren entsprechen den Verbindungen, die auch zur Herstellung geeigneter Polymethylmethacrylat Formmassen eingesetzt werden.

Zur Aushärtung kann man z. B. das sogenannte Gußkammerverfahren (s. z. B. die DE 25 44 245, EP-B 570 782 oder EP-A 656 548) anwenden, bei der Polymerisation einer Kunststoffscheibe zwischen zwei Glasplatten erfolgt, die mit einer umlaufenden Schnur abgedichtet werden.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die lichtleitende Schicht mindestens 70, vorzugsweise mindestens 80 und besonders bevorzugt mindestens 90 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat auf.

Die Poly(meth)acrylate der lichtleitenden Schicht weisen gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung einen Brechungsindex gemessen bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C im Bereich von 1,48 bis 1,54 auf.

Die Formmassen sowie die Acrylharze können übliche Zusatzstoffe aller Art enthalten. Hierzu gehören unter anderem Antistatika, Antioxidantien, Entformungsmittel, Flammenschutzmittel, Schmiermittel, Farbstoffe, Fließverbesserungsmittel, Füllstoffe, Lichtstabilisatoren und organische Phosphorverbindungen, wie Phosphite oder Phosphonate, Pigmente, Verwitterungsschutzmittel und Weichmacher. Die Menge an Zusatzstoffen ist jedoch auf den Anwendungszweck beschränkt. So sollte die lichtleitende Eigenschaft der Polymethylmethacrylat-Schicht nicht zu stark durch Additive beeinträchtigt werden.

Die lichtleitende Schicht weist im allgemeinen eine Transmission im Bereich von 80 bis 92 %, bevorzugt von 83 bis 92 auf, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Die Transmission kann gemäß DIN 5036 bestimmt werden.

Die Dicke der lichtleitenden Schicht ist unkritisch. Bevorzugt liegt die Dicke der lichtleitenden Schicht im Bereich von 2 bis 100 mm, besonders bevorzugt von 3 bis 20 mm, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung weisen mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche auf.

Der Begriff Lichtaustrittsfläche kennzeichnet hierbei eine Fläche des Lichtleitkörper, die geeignet ist Licht abzustrahlen. Die Lichteinleitungsfläche wiederum ist in der Lage Licht in den Körper aufzunehmen, so daß die lichtleitende Schicht das eingeleitete Licht über die

gesamte Lichtaustrittsfläche verteilen kann. Die Partikel führen zu einer Auskoppelung des Lichts, so daß Licht über die gesamte Lichtaustrittsfläche austritt.

Hierbei beträgt das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4, vorzugsweise mindestens 20 und besonders bevorzugt mindestens 80.

Hieraus ergibt sich, daß der Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung sich in starkem Maß von bekannten Abdeckungen für Beleuchtungskörper unterscheidet. Diese Abdeckungen zeichnen sich dadurch aus, daß die Lichteinleitungsfläche parallel zur Lichtaustrittsfläche ausgebildet ist, so daß beide Flächen in etwa die gleiche Größe aufweisen.

Die Lichtaustrittsfläche weist Strukturierungen auf. Die Strukturierungen können nach der Herstellung der Platten, beispielsweise durch Druck oder andere mechanische Einwirkungen erhalten werden. Des weiteren kann die Strukturierung bei der Herstellung der Platten erzielt werden, indem Formen verwendet werden, die ein Negativ der Strukturierung aufweisen. So können beispielsweise geätzte Glasplatten als Form beim zuvor geschriebenen Gußkammervorgang verwendet werden.

Die Form der Strukturierung ist unkritisch. Wesentlich ist, daß die Lichtaustrittsfläche Störstellen umfaßt, die in der Lage sind Licht auszukoppeln. So können beispielsweise Punkte oder Einkerbungen aufgebracht werden. Darüber hinaus kann die Lichtaustrittsfläche auch aufgerauht werden. Üblich weisen die

Strukturierungen eine Tiefe im Bereich von 0,1 μm bis 1000 μm , insbesondere 1 μm bis 100 μm auf.

Die Menge an ausgekoppeltem Licht ist von der Menge an Partikel in der Kunststoffmatrix abhängig. Je größer diese Menge, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß Licht aus dem Lichtleiter ausgekoppelt wird. Hieraus ergibt sich, daß die Menge an Partikeln von Größe der Lichtaustrittsfläche abhängig ist. Je weiter die Ausdehnung des Lichtleitkörpers senkrecht zur Lichteinleitungsfläche ist, desto geringer wird die Menge an Partikeln in der lichtleitenden Schicht gewählt.

Des weiteren ist die Auskopplung des Lichts von der Dichte der Strukturierung der Lichtaustrittsfläche bzw. deren Rauigkeit abhängig. Je dichter diese Strukturierung ist, desto höher die Auskopplungswahrscheinlichkeit von Licht aus dem Lichtleiter.

Die Dichte der Strukturierung kann über die gesamte Oberfläche konstant gewählt werden. Durch die vorliegende Erfindung wird trotzdem eine recht gleichmäßige Leuchtdichte erzielt.

Des weiteren ist es möglich die Dichte der Strukturierung mit dem Abstand zur Lichtquelle zu erhöhen, um eine gleichmäßigere Leuchtdichte zu erhalten. Im Vergleich zu herkömmlichen Lichtleitern kann die Dichteveränderung jedoch wesentlich geringer gewählt werden, da die erfindungsgemäßen Lichtleiter an sich eine gleichmäßigere Leuchtdichtenverteilung aufweisen.

Unter Dichte der Strukturierung wird die Anzahl der Punkte bzw. Einkerbungen pro Oberflächeneinheit verstanden. Im allgemeinen weist eine Platte ca. 1 bis 100 000 Einkerbungen, insbesondere 100 bis 10 000 pro m² auf, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die Streumittelkonzentration so eingestellt werden, daß die Leuchtdichte an der Plattenoberfläche zu 1 bis 80%, insbesondere 2 bis 50% durch die im Polymer eingebetteten Streumittel erzeugt werden und 99 bis 20%, insbesondere 98 bis 50% durch die Strukturierung der Lichtaustrittsfläche erzeugt werden.

Gemäß einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Lichtleitkörper eine tafelförmige Gestalt annehmen, wobei die drei Ausdehnungen des Körpers eine unterschiedliche Größe aufweisen.

Eine derartige Tafel ist beispielsweise in den Figuren 1 und 2 schematisch dargestellt. Hierbei kennzeichnet das Bezugszeichen 1 die Kantenflächen der Tafel, die jeweils als Lichteinleitungsflächen dienen können. Bezugszeichen 2 beschreibt die Lichtaustrittsfläche der Tafel.

Die kleinste Ausdehnung ist hierbei die Dicke der Tafel. Die größte Ausdehnung sei als Länge definiert, so daß die dritte Dimension die Breite darstellt. Hieraus ergibt sich, daß die Lichtaustrittsfläche dieser Ausführungsform durch Oberfläche definiert wird,

die dem Produkt aus Länge*Breite entspricht. Die Kantenflächen der Tafel, jeweils definiert als Oberfläche, die durch das Produkt aus Länge*Dicke oder Breite*Dicke gebildet wird, können im allgemeinen als Lichteintrittsfläche dienen. Vorzugsweise werden die als Lichteintrittsfläche dienenden Kantenflächen poliert.

Bevorzugt weist ein derartiger Lichtleitkörper eine Länge im Bereich von 25 mm bis 3000 mm, vorzugsweise von 50 bis 2000 mm und besonders bevorzugt von 200 bis 2000 mm auf.

Die Breite dieser besonderen Ausführungsform liegt im allgemeinen im Bereich von 25 bis 3000 mm, vorzugsweise von 50 bis 2000 mm und besonders bevorzugt von 200 bis 2000 mm.

Im allgemeinen weist derartiger Lichtleitkörper eine Dicke von mehr als 2 mm, vorzugsweise im Bereich von 3 bis 100 mm und besonders bevorzugt von 3 bis 20 mm auf, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Neben diesen kubischen Ausführungen sind auch sich nach einer Seite hin verjüngende Ausführungen möglich, die die Form eines Keils aufweisen. Bei der Keilform wird im allgemeinen nur über eine Lichteintrittsfläche Licht eingekoppelt.

Je nach Anordnung der Lichtquellen kann hierbei das Licht über alle vier Kantenflächen eingestrahlt werden. Dies kann insbesondere bei sehr großen Lichtleitkörpern notwendig sein. Bei kleineren Lichtleitkörpern genügen im allgemeinen ein oder zwei Lichtquellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung steht Lichtaustrittsfläche senkrecht zur Lichteinleitungsfläche.

Zur besseren Auswertung der eingesetzten Lichtenergie können die Kantenflächen, die nicht mit einer Lichtquelle versehen sind, reflektierend ausgestattet werden. Diese Ausstattung kann beispielsweise durch reflektierende Klebebänder erfolgen. Des weiteren kann ein reflektierender Lack auf diese Kantenflächen aufgebracht werden.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht der Lichtleitkörper aus der lichtleitenden Schicht, wobei die Kantenflächen der lichtleitenden Schicht gegebenenfalls reflektierend ausgestattet werden können.

Der Lichtleitkörper sowie die lichtleitende Schicht weisen hervorragende mechanische und thermische Eigenschaften auf. Diese Eigenschaften umfassen insbesondere eine Vicat-Erweichungstemperatur nach ISO 306 (B50) von mindestens 95°C und ein E-Modul nach ISO 527-2 von mindestens 2000 MPa.

Der Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung kann insbesondere zur Beleuchtung von LCD-Displays, Hinweisschildern und Reklametafeln dienen.

Zur Beleuchtung der Lichteinleitungsfläche können alle bekannten Lichtquellen verwendet werden. Geeignet sind punktförmige Glühlampen, z. B. Niedervolt Halogenglühlampen, ein oder mehrere Enden von Lichtleitern, eine oder mehrere Leuchtdioden sowie

röhrenförmige Halogenlampen und Leuchtstoffröhren. Diese können z. B. in einem Rahmen an einer Kante, bzw. einer Kantenfläche oder Stirnfläche, seitlich der indirekt auszuleuchtenden Fläche, des Lichtleitkörpers angeordnet sein.

Die Lichtquellen können zur besseren Bestrahlung des Lichtleitkörpers mit Reflektoren ausgestattet sein.

Die Leuchtdichtenverteilung kann beispielsweise gemäß dem nachfolgenden Verfahren bestimmt werden. Nach Herstellung einer mit Streumittel und Oberflächenstrukturierung versehenen lichtleitenden Platte, werden aus der Platte ein Plattenstreifen von 595 mm Länge, 84 mm Breite und 8 mm Dicke zugeschnitten.

Der Plattenstreifen wird an den vier Kantenflächen hochglanzpoliert. Die beiden polierten 595 mm langen Kantenflächen werden mit einem reflektierenden Klebeband (9) des Herstellers 3M (Typ: Scotch Brand 850) versehen, so daß Lichtstrahlen, die auf diese Kantenflächen auftreffen in die Platte reflektiert werden.

Die Plattenstreifen (5) werden in einer speziellen Meßapparatur vermessen, die in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist. Die Meßapparatur besteht aus einem rechteckigen Aluminiumrahmen von 708 mm Länge und 535 mm Breite (3). An jeweils der Kante des Aluminiumrahmens, der die Breite von 535 mm aufweist, sind jeweils zwei parallel zueinander angeordnete Leuchtstoffröhren (4) des Typs PHILIPS TLD 15W/4 angebracht.

Der Abstand der Leuchtstoffröhren beträgt 599 mm und ist damit so bemessen, daß die Plattenstreifen mittig zwischen die Leuchtstoffröhren eingelegt werden kann und daß das von den Leuchtstoffröhren ausgestrahlte Licht in die 84 mm breite Kante der Plattenstreifen einstrahlt. Unterhalb der Plattenstreifen (5) ist eine Platte (7) mit einer weißen reflektierenden Oberfläche (10) angebracht. Die weiße Oberfläche soll Licht, das auf der dem Beobachter entgegengesetzten Oberfläche des Plattenstreifens (5) austritt, zum Beobachter hin reflektieren. Oberhalb der Plattenstreifens (5), dem Beobachter zugewandt, ist der Plattenstreifen mit einer Diffusorfolie (8) von 0,5 mm Dicke versehen, die das Licht, das aus dem Plattenstreifen in Richtung des Beobachters austritt, homogenisiert.

Auf der Diffusorfolie sind 7 Meßpunkte (6) markiert, an denen die Leuchtdichte mit einem Leuchtdichtemesser Typ MINOLTA LUMINANCE METER 1° gemessen wird. Die Messpunkte haben folgende Abstände von einer der 84 mm langen Kante des Plattenstreifen: 74 mm; 149 mm; 223 mm; 298 mm; 372 mm; 446 mm; 521 mm.

Patentansprüche

1. Lichtleitkörper, der mindestens eine
Lichteinleitungsfläche und mindestens eine
Lichtaustrittsfläche aufweist, wobei das Verhältnis
von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche
mindestens 4 beträgt, umfassend mindestens eine
lichtleitende Schicht, dadurch gekennzeichnet, daß die
lichtleitende Schicht mindestens 60 Gew.-%, bezogen
auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht,
Polymethylmethacrylat und 0,0001 bis 0,2 Gew.-%,
bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht,
sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im
Bereich von 0,3 bis 40 μm umfaßt und die
Lichtaustrittsfläche der lichtleitenden Schicht mit
Strukturierungen versehen ist.
2. Lichtleitkörper gemäß Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß das Verhältnis von
Lichtaustrittsfläche zur Lichteinleitungsfläche
mindestens 20 beträgt.
3. Lichtleitkörper gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, daß die Dicke der lichtleitenden
Schicht im Bereich von 2 bis 100 μm liegt.
4. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
die Partikel aus Bariumsulfat und/oder Kunststoff
sind.

5. Lichtleitkörper gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, die Kunststoffpartikel vernetztes Polystyrol umfassen.
6. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittsfläche gleichmäßige Strukturierungen aufweist.
7. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittsfläche ungleichmäßige Strukturierungen aufweist.
8. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturierungen der Lichtaustrittsfläche punktförmig und/oder linienförmig sind.
9. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtleitkörper mindestens 90 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Lichtleitkörpers, Polymethylmethacrylat umfaßt.
10. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel einen mittleren Durchmesser im Bereich von 1,4 bis 10 μm aufweisen.
11. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtleitende Schicht 0,0005 bis 0,08 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der eine lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel aufweist.

12. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymethylmethacrylat der lichtleitenden Schicht einen Brechungsindex gemessen bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C im Bereich von 1,48 bis 1,54 aufweist.
13. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtleitende Schicht eine Transmission gemäß DIN 5036 im Bereich von 75 bis 92 % aufweist.
14. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittsfläche senkrecht zur Lichteinleitungsfläche steht.
15. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Fläche, die parallel zur Lichteinleitungsfläche steht, mit einer reflektierenden Schicht ausgestattet ist.
16. Verfahren zur Herstellung eines Lichtleitkörpers gemäß den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Formmasse aufweisend mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Formmasse, Polymethylmethacrylat und 0,0001 bis 0,2 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Formmasse, sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,7 bis 40 μm thermoplastisch formt.
17. Verfahren zur Herstellung eines Lichtleitkörpers gemäß den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Acrylharz aufweisend

- A) 0,0001 - 0,2 Gew.-% sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,7 bis 40 μm ,
- B) 40 - 99,9999 Gew.-% Methylmethacrylat,
- C) 0 - 59,9999 Gew.-% Comonomere,
- D) 0 - 59,9999 Gew.-% in (B) oder (C) lösliche Polymere,

wobei die Komponenten A) bis D) 100 Gew.-% ergeben, radikalisch polymerisiert.

18. Vorrichtung zum indirekten Ausleuchten aufweisend mindestens ein Lichtleitkörper gemäß den Ansprüchen 1 bis 15 und eine Lichtquelle, die die Lichteinleitungsfläche des Lichtleitkörpers bestrahlen kann.

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein der mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche aufweist, wobei das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4 beträgt, umfassend mindestens eine lichtleitende Schicht, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtleitende Schicht mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat und 0,0001 bis 0,2 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,3 bis 40 μm umfaßt und die Lichtaustrittsfläche der lichtleitenden Schicht mit Strukturierungen versehen ist.

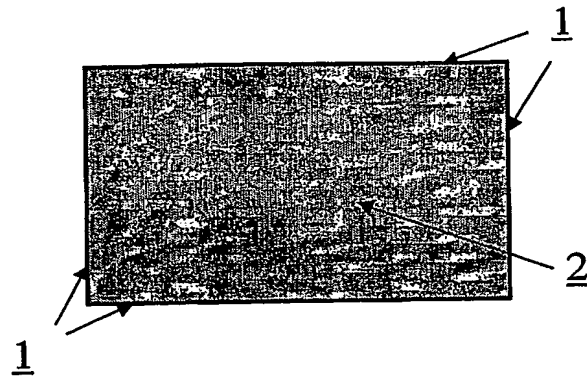


Fig. 1

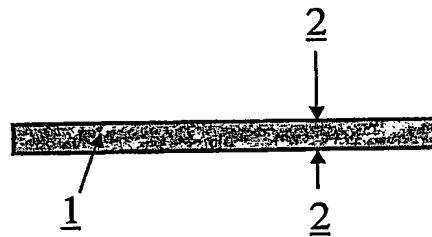


Fig. 2

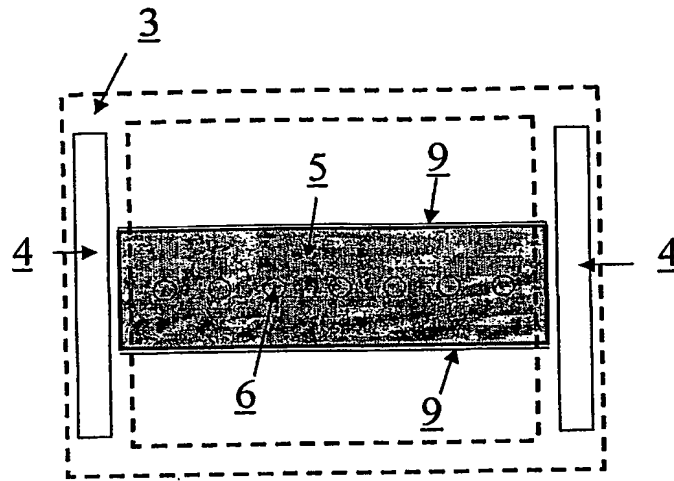


Fig. 3

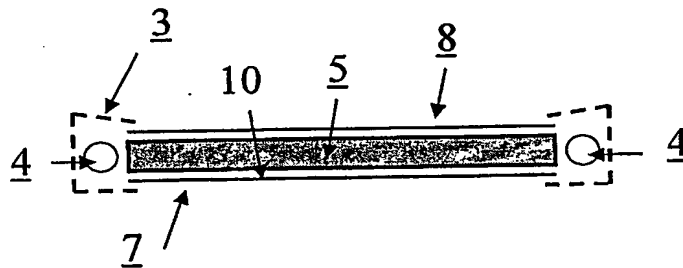


Fig. 4